


Speech coding method and system.

Patent Number: ☐ EP0501420, A3, B1
Publication date: 1992-09-02
Inventor(s): MIYANO TOSHIKI (JP); OZAWA KAZUNORI (JP)
Applicant(s): NIPPON ELECTRIC CO (JP)
Requested Patent: ☐ JP4270400
Application Number: EP19920103180 19920225
Priority Number (s): JP19910103263 19910226
IPC Classification: G10L5/00; G10L9/14; G10L9/16
EC Classification: G10L19/12, G10L19/14G
Equivalents: CA2061803, DE69229364D, DE69229364T, DE69232892D, DE69232892T, JP2776050B2, ☐ US5485581
Cited Documents: US4817157; EP0462559; EP0296764

Family

Abstract

A speech coding method which can code a speech signal at a bit rate of 8 kb/s or less by a comparatively small amount of calculation to obtain a good sound quality. An autocorrelation of a synthesis signal synthesized from a codevector of an excitation codebook (140) and a linear predictive parameter of an input speech signal is corrected using an autocorrelation of a synthesis signal synthesized from a codevector of an adaptive codebook (120) and a linear predictive parameter and a cross-correlation between the synthesis signal of the codevector of the adaptive codebook (120) and the synthesis signal of the codevector of the excitation codebook (140). A gain codebook (210) is searched using the corrected autocorrelation and a cross-correlation between a signal obtained by subtraction of the synthesis signal of the codevector of the adaptive codebook (120) from the input speech signal and the synthesis signal of the codevector of the excitation codebook (140). 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-270400

(43) 公開日 平成4年(1992)9月25日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L 9/18	E	8946-5H		
9/14	G	8946-5H		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平3-103263

(22) 出願日 平成3年(1991)2月26日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 宮野 俊樹

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 小澤 一範

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

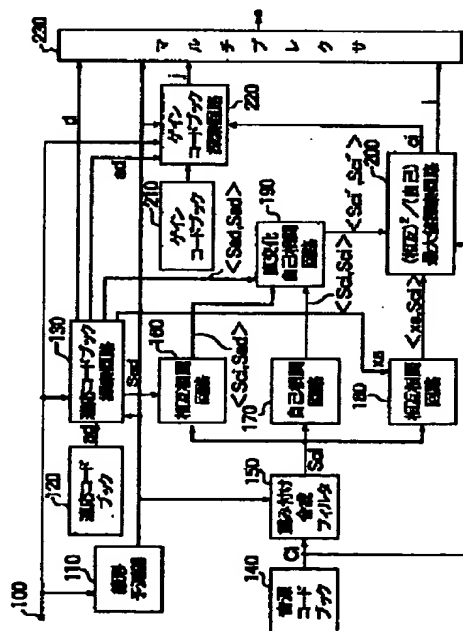
(74) 代理人 弁理士 岩佐 義幸

(54) 【発明の名称】 音声符号化方式

(57) 【要約】

【目的】 本発明の目的は、比較的少ない演算量で高品質な低ビットレート音声符号化方式を提供することにある。

【構成】 (相互) $1/$ (自己) 最大値探索回路 200 では、適応コードベクトルの合成信号の自己相関と、適応コードベクトルの合成信号と音源コードベクトルの合成信号との相互相関と、音源コードベクトルの合成信号の自己相関と、入力音声信号から適応コードベクトルの合成信号を引いた信号 x_a と音源コードベクトルの合成信号との相互相関を用いて、(x_a と適応コードベクトルの合成信号に対して直交化された音源コードベクトルの合成信号の相互相関) $1/$ (適応コードベクトルの合成信号に対して直交化された音源コードベクトルの合成信号の自己相関) が最大となるインデックス l が探索される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】一定間隔のフレームに分割された音声信号を入力し、前記入力音声信号の線形予測パラメータを求める線形予測分析部と、前記入力音声信号の長期相関を利用する適応コードブックと、前記入力音声信号の励振音源を表す音源コードブックと、前記適応コードブックのゲインと前記音源コードブックのゲインを量子化するゲインコードブックを有する音声符号化方式において、前記音源コードブックのコードベクトルと前記線形予測パラメータとで合成される合成信号の自己相関を、前記適応コードブックのコードベクトルと前記線形予測パラメータとで合成される合成信号の自己相関と、前記適応コードブックのコードベクトルの合成信号と前記音源コードブックのコードベクトルの合成信号との相互相関とを用いて修正し、前記修正した自己相関と、前記入力音声信号から前記適応コードブックのコードベクトルの合成信号を引いた信号と前記音源コードブックのコードベクトルの合成信号との相互相関とを用いることにより、前記音源コードブックを探索することを特徴とする音声符号化方式。

【請求項2】一定間隔のフレームに分割された音声信号を入力し、前記入力音声信号のスペクトルパラメータを求める線形予測分析部と、前記入力音声信号の長期相関を利用する適応コードブックと、前記入力音声信号の励振音源を表す音源コードブックと、前記適応コードブックのゲインと前記音源コードブックのゲインを量子化するゲインコードブックを有する音声符号化方式において、前記ゲインコードブックのコードベクトルを探索する際に、前記音源コードベクトルの合成信号の自己相関と、前記適応コードベクトルの合成信号と前記音源コードベクトルの合成信号の自己相関と、前記入力音声信号の自己相関、または、前記入力音声信号の自己相関の推定値とから計算される正規化係数を用いることを特徴とする音声符号化方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は音声信号を低いビットレート、特に8kb/s以下で、比較的少ない演算量により高品質に符号化するための音声符号化方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】音声信号を8kb/s以下のビットレートで効率的に符号化する方法として、音声信号の短期相関を表す線形予測分析部と、音声信号の長期予測を表す適応コードブックと、励振音源を表す音源コードブックと、適応コードブックと音源コードブックのゲインを表すゲインコードブックとからなる音声符号化方式としてCELP方式が知られている。

【0003】CELP方式において、音源コードブック

2

を探索する際、適応コードベクトルのゲインと音源コードベクトルのゲインとして同時最適ゲインを用いることにより、より良い音源コードベクトルが探索でき音質が向上することが知られている。音源コードブックを探索する際、適応コードベクトルのゲインと音源コードベクトルのゲインとして同時最適ゲインを用いる音声符号化方式として、Ira A. Gerson and Mark A. Jaslukによる“VECTORSUM EXCITED LINEAR PREDICTION (VSELP) SPEECH CODING AT 8 KBPS” (Proc. ICASSP '90 S 9. 3, pp. 461-464, 1990)と題した論文(文献1)や、谷口智彦、マーク・ジョンソンによる「ピッチ直交型CELP音声符号化方式」(日本音響学会平成2年度秋季研究発表会講演論文集I pp. 189-190, 1990)と題した論文(文献2)に記載されている音声符号化方式が知られている。

【0004】また、音声信号を8kb/s以下のビットレートで効率的に符号化する方法として、音声信号の短期相関を表す線形予測分析部と、音声信号の長期予測を表す適応コードブックと、励振音源を表す音源コードブックと、適応コードブックと音源コードブックのゲインを表すゲインコードブックとからなる音声符号化方式として、Manfred R. Schroeder and Bishnu S. Atalによる“CODE-EXCITED LINEAR PREDICTION (CELP): HIGH-QUALITY SPEECH AT VERY LOW BIT RATES” (Proc. ICASSP, pp. 937-940, 1985)と題した論文(文献3)に記載されているCELP方式が知られている。

【0005】文献1や文献2に記載の従来方式では、音源コードブックが特別な代数的構造を持っているため、比較的少ない演算量で、適応コードベクトルと音源コードベクトルの同時最適ゲインを計算できるのであり、特別な代数構造を持たない音源コードブックの場合は、同時最適ゲインの計算に多くの演算量が必要であるという問題点があった。

【0006】また文献3に記載の従来方式では、ゲインを正規化しないので、ゲインの分散が大きく、そのため量子化特性がかなり低かった。

【0007】本発明の目的は、上述した問題を解決し、比較的少ない演算量により8kb/s以下で音質の良好な音声符号化方式を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、一定間隔のフレームに分割された音声信号を入力し、前記入力音声信号の線形予測パラメータを求める線形予測分析部と、前記入力音声信号の長期相関を利用する適応コードブックと、前記入力音声信号の励振音源を表す音源コー

ドブックと、前記適応コードブックのゲインと前記音源コードブックのゲインを量子化するゲインコードブックを有する音声符号化方式において、前記音源コードブックのコードベクトルと前記線形予測パラメータとで合成される合成信号の自己相関を、前記適応コードブックのコードベクトルと前記線形予測パラメータとで合成される合成信号の自己相関と、前記適応コードブックのコードベクトルの合成信号と前記音源コードブックのコードベクトルの合成信号との相互相関とを用いて修正し、前記修正した自己相関と、前記入力音声信号から前記適応コードブックのコードベクトルの合成信号を引いた信号と前記音源コードブックのコードベクトルの合成信号との相互相関とを用いることにより、前記音源コードブックを探索することを特徴とする。

【0009】第2の発明は、一定間隔のフレームに分割された音声信号を入力し、前記入力音声信号のスペクトルパラメータを求める線形予測分析部と、前記入力音声信号の長期相関を利用する適応コードブックと、前記入力音声信号の励振音源を表す音源コードブックと、前記適応コードブックのゲインと前記音源コードブックのゲインを量子化するゲインコードブックを有する音声符号化方式において、前記ゲインコードブックのコードベクトルを探索する際に、前記音源コードベクトルの合成信号の自己相関と、前記適応コードベクトルの合成信号と前記音源コードベクトルの合成信号との相互相関と、前記音源コードベクトルの合成信号の自己相関と、前記入力音声信号の自己相関、または、前記入力音声信号の自己相関の推定値とから計算される正規化係数を用いることを特徴とする。

【0010】

【作用】第1の発明による音声符号化方式の作用を説明する。

【0011】まず、次の誤差Cを最小にする適応コードベクトルを探索する。

【0012】

【数1】

【0013】

$$C = \sum_{n=0}^{N-1} \{ xw'(n) - \beta S a_d(n) \}^2$$

【0014】

$$D = \langle x a, x a \rangle - \langle x a, S c_i' \rangle^2 / \langle S c_i', S c_i' \rangle$$

【0029】次に、数7を数6に代入し、 $x a$ と $S a_d$ ※【数7】

とは直交していることから、数8を得る。

【0030】

$$S c_i' = S c_i - S a_d \cdot \langle S a_d, S c_i \rangle / \langle S a_d, S a_d \rangle$$

【0032】

【数8】

*【数2】

【0015】

$$\beta = \langle x w', x w' \rangle / \langle x w', S a_d \rangle$$

【0016】ここで、 $x w'$ は、聴感重み付け入力信号から影響信号を引いた信号、 $S a_d$ は、遅れdの適応コードベクトル a_d の聴感重み付け合成信号、 β は適応コードベクトルの最適ゲイン、Nはサブフレーム長、 (\cdot, \cdot) は、内積を表す。

【0017】次に、選ばれた適応コードベクトル a_d に対して、次の誤差Dを最小にする音源コードベクトルを探索する。

【0018】

【数3】

【0019】

$$D = \sum_{n=0}^{N-1} \{ x a(n) - \gamma S c_i'(n) \}^2$$

【0020】

【数4】

20 【0021】

$$\gamma = \langle x a, x a \rangle / \langle x a, S c_i' \rangle$$

【0022】

【数5】

【0023】

$$x a(n) = x w'(n) - \beta S a_d(n)$$

【0024】ここで、 $S c_i'$ は、選択された適応コードベクトルの聴感重み付け合成信号に対して直交化されたインデックスiの音源コードベクトル c_i の聴感重み付け合成信号、 γ は、音源コードベクトルの最適ゲインである。

【0025】同時最適ゲインを求めるために、選択された適応コードベクトルの聴感重み付け合成信号に対して、インデックスiの音源コードベクトル c_i の聴感重み付け合成信号を直交化させる方法が文献1等により知られているが、この方法では、きわめて多くの演算量を必要とする。そこで、Dを次のようにして計算することにより演算量の低減化を行う。

【0026】まず、数4を数3に代入する。

【0027】

【数6】

* 【0028】

40

*

※【数7】

【0031】

※

【0033】

$$\begin{aligned}
 D &= \langle x_a, x_a \rangle \\
 &- \langle x_a, S_{c1} \rangle^2 / \\
 &(\langle S_{c1}, S_{c1} \rangle - \langle S_{a1}, S_{c1} \rangle^2 / \langle S_{a1}, S_{a1} \rangle)
 \end{aligned}$$

【0034】最後に、選ばれた適応コードベクトルと音源コードベクトルに対して、次の誤差Eを最小にするゲインコードベクトルを探索する。

$$E = \sum_{n=0}^{N-1} \{ xw'(n) - \beta_1 S_{a1}(n) - \gamma_1 S_{c1}(n) \}^2$$

【0037】ここで、 (β_1, γ_1) は、インデックスjのゲインコードベクトルである。

【0038】ゲインコードブックは、適応コードブックのゲインと音源コードブックのゲインからなる2次元コードブックを用いても良いし、適応コードブックのゲインからなる1次元ゲインコードブックと音源コードブックのゲインからなる1次元ゲインコードブックの二つのコードブックを用いてもよい。

【0039】次に、第2の発明による音声符号化方式の作用を説明する。

【0040】まず、次の誤差Cを最小にする適応コードベクトルを探索する。

$$\begin{aligned}
 C &= \sum_{n=0}^{N-1} \{ xw'(n) - \beta S_{a1}(n) \}^2
 \end{aligned}$$

【0043】

【数11】

【0044】

$$\beta = \langle xw', xw' \rangle / \langle xw', S_{a1} \rangle$$

【0045】ここで、 xw' は、聴感重み付け入力信号から影響信号を引いた信号、 S_{a1} は、遅れdの適応コードベクトル a_1 の聴感重み付け合成信号、 β は適応コードベクトルの最適ゲイン、Nはサブフレーム長（例えば5ms）、 $\langle \cdot, \cdot \rangle$ は、内積を表す。

【0046】次に、選ばれた適応コードベクトル a_1 に対して、次の誤差Dを最小にする音源コードベクトルを探索する。

$$\begin{aligned}
 D &= \sum_{n=0}^{N-1} \{ xw'(n) - \beta_1 S_{a1}(n) - \gamma_1 S_{c1}(n) \}^2
 \end{aligned}$$

【0058】

【数16】

【0059】

$$\beta_1 = G_{11} \cdot XRMS / ARMS$$

$$- \gamma_1 \cdot \langle S_{a1}, S_{c1} \rangle / \langle S_{a1}, S_{a1} \rangle$$

* 【0035】

【数9】

* 【0036】

※ 【数12】

【0048】

$$D = \sum_{n=0}^{N-1} \{ x_a(n) - \gamma S_{c1}(n) \}^2$$

【0049】

【数13】

【0050】

$$\gamma = \langle x_a, x_a \rangle / \langle x_a, S_{c1} \rangle$$

20 【0051】

【数14】

【0052】

$$x_a(n) = xw'(n) - \beta S_{a1}(n)$$

【0053】ここで、 S_{c1} は、インデックス1の音源コードベクトル c_1 の聴感重み付け合成信号、 γ は、音源コードベクトルの最適ゲインである。 S_{c1} は、選択された適応コードベクトルの聴感重み付け合成信号に対して直交化されたインデックス1の音源コードベクトル c_1 の聴感重み付け合成信号としてもよい。

30 【0054】最後に、選ばれた適応コードベクトルと音源コードベクトルに対して、次の誤差Eを最小にするゲインコードベクトルを探索する。

【0055】ここで、ゲインコードブックは、必ずしも2次元コードブックであるとは、限らない。例えば、適応コードブックのゲインを量子化するための1次元コードブックと音源コードブックのゲインを量子化するための1次元コードブックをゲインコードブックとして用いてもよい。

【0056】

40 【数15】

※ 【0057】

【0060】

【数17】

【0061】

$$\gamma_1 = G_{11} \cdot XRMS / CRMS$$

【0062】

50 【数18】

【0063】

$$ARMS = (\langle S_{a_i}, S_{a_i} \rangle / N)^{1/2}$$

【0064】

$$CRMS = \{ (\langle S_{c_i}, S_{c_i} \rangle - \langle S_{a_i}, S_{c_i} \rangle^2 / \langle S_{a_i}, S_{a_i} \rangle) / N \}^{1/2}$$

【0066】ここで、XRMSは、重み付けられた1フレーム分（例えば20ms）の音声信号の量子化されたRMS、 (G_{11}, G_{21}) は、インデックスjのゲインコードベクトルである。

【0067】XRMSは、重み付けられた1フレーム分の音声信号の量子化されたRMSであるが、前フレームの重み付けられた1フレーム分の音声信号の量子化されたRMSを用いて各サブフレームに補間（例えば、対数補間）した値を用いてもよい。

【0068】

【実施例】まず、第1の発明の一実施例を説明する。

【0069】図1は第1の発明による音声符号化方式を実施する符号化器の一例を示すブロック図である。図において、入力端子100から音声信号を入力し、線形予測器110と、適応コードブック探索回路130と、ゲインコードブック探索回路220へ出力する。線形予測器110では、一定の長さのフレーム（例えば20ms）に分割された音声信号に対して、線形予測分析を行い、スペクトルパラメータを、重み付け合成フィルタ150と、適応コードブック探索回路130と、ゲインコードブック探索回路220へ出力する。以下の処理は、フレームをさらに細分化したサブフレーム（例えば5ms）ごとに行うものとする。適応コードブック120から遅れdの適応コードベクトル a_d が適応コードブック探索回路130へ出力され、適応コードブック探索回路130で、適応コードベクトルが探索される。適応コードブック探索回路130からは、選択された遅れdがマルチプレクサ230へ、選択された遅れdの適応コードベクトル a_d がゲインコードブック探索回路220へ、選択された遅れdの適応コードベクトル a_d の重み付け合成信号 S_{a_d} が相互相関回路160へ、選択された遅れdの適応コードベクトル a_d の重み付け合成信号 S_{a_d} の自己相関 $\langle S_{a_d}, S_{a_d} \rangle$ が直交化相互相関回路190へ、入力音声信号から、選択された遅れdの適応コードベクトル a_d の重み付け合成信号 S_{a_d} に最適ゲイン β を掛けた信号を引いた信号 x_a を相互相関回路180へ、それぞれ出力する。音源コードブック180から、インデックス1の音源コードベクトル c_1 を重み付け合成フィルタ150と（相互） $^2 /$ （自己）最大値探索回路200へ出力する。重み付け合成フィルタ150では、音源コードベクトル c_1 を重み付け合成し、相互相関回路160と自己相関回路170と相互相関回路180へ出力する。相互相関回路160では、適応コードベクトル a_d の重み付け合成信号 S_{a_d} と音源コードベクトル c_1 の重み付け合成信号 S_{c_1} の相互相関を計算し、直

*【数19】

【0065】

交化自己相関回路190へ出力する。自己相関回路170では、音源コードベクトル c_1 の重み付け合成信号 S_{c_1} の自己相関を計算し、直交化自己相関回路200へ出力する。相互相関回路180では、 x_a と音源コードベクトル c_1 の重み付け合成信号 S_{c_1} の相互相関を計算し、（相互） $^2 /$ （自己）最大値探索回路200へ出力する。直交化自己相関回路190では、適応コードベクトル a_d の重み付け合成信号 S_{a_d} に対して直交化された音源コードベクトル c_1 の重み付け合成信号 S_{c_1}' の自己相関を計算し、（相互） $^2 /$ （自己）最大値探索回路200へ出力する。（相互） $^2 /$ （自己）最大値探索回路200では、 $(x_a$ と適応コードベクトル a_d の重み付け合成信号 S_{a_d} に対して直交化された音源コードベクトル c_1 の重み付け合成信号 S_{c_1}' の相互相関) $^2 /$ （適応コードベクトル a_d の重み付け合成信号 S_{a_d} に対して直交化された音源コードベクトル c_1 の重み付け合成信号 S_{c_1}' の自己相関）が最大となるインデックス1が探索され、インデックス1はマルチプレクサ230へ、音源コードベクトル c_1 は、ゲインコードブック探索回路220へ出力される。ゲインコードブック210からは、インデックスjのゲインコードベクトルが出力され、ゲインコードブック探索回路220へ、出力される。ゲインコードブック探索回路220では、ゲインコードベクトルが探索され、選択されたゲインコードベクトルのインデックスjがマルチプレクサ230へ出力される。

【0070】図2は第1の発明による音声符号化方式を実施する復号化器の一例を示すブロック図である。図において、デマルチプレクサ240から、適応コードブックの遅れdが適応コードブック250へ、スペクトルパラメータが合成フィルタ310へ、音源コードブックのインデックス1が音源コードブック260へ、ゲインコードブックのインデックスjがゲインコードブック270へ出力され、適応コードブック250から遅れdの適応コードベクトル a_d が、音源コードブック260からインデックス1の音源コードベクトル c_1 が、ゲインコードブック270からインデックスjの音源コードベクトル (β_j, γ_j) が出力され、乗算器280で、 a_d と β_j を掛け、乗算器290で、 c_1 と γ_j を掛け、それらを加算器300で足し合わせ、適応コードブック250と合成フィルタ310へ、出力する。合成フィルタ310で、 $a_d \beta_j + c_1 \gamma_j$ は、合成され、出力端子320へ出力される。

【0071】ゲインコードブックは、適応コードブックのゲインと音源コードブックのゲインからなる2次元コ

ードブックを用いても良いし、適応コードブックのゲインからなる1次元ゲインコードブックと音源コードブックのゲインからなる1次元ゲインコードブックの二つのコードブックを用いてもよい。

【0072】以上で本発明の実施例の説明を終える。上記実施例以外にも種々の変形が考えられる。

【0073】相互相関回路180において、数8の $\langle x_a, S_{c1} \rangle$ を計算する際、演算量を低減化するために、次式のようにして計算してもよい。

【0074】

【数20】

【0075】

$$\langle x_a, S_{c1} \rangle = \sum_{k=0}^{N-1} p(k) c_1(k)$$

【0076】

【数21】

【0077】

$$p(k) = \sum_{n=k}^{N-1} x_a(n) h(n-k)$$

【0078】ここで、hは重み付け合成フィルタのイン*

【0087】

【数25】

【0088】

$$\mu(m) = \sum_{n=0}^{N-m-1} h(n) h(n+m)$$

【0089】

【数26】

【0090】

$$\nu(m) = \sum_{n=0}^{N-m-1} c(n) c(n+m)$$

【0091】また、性能を改善するために、適応コードブックでは、遅れdについて複数種類の候補を求め、各※

$$\langle S_{a1}, S_{c1} \rangle = (\langle x_{w'}', S_{c1} \rangle - \langle x_a, S_{c1} \rangle) / \beta$$

【0094】上式により、 $\langle S_{a1}, S_{c1} \rangle$ の計算は、適応コードベクトルが変わる毎に内積計算をする必要がなくなり、演算量を低減できる。

【0095】また、さらに性能を改善するために、適応コードブックと音源コードブックとをサブフレームで一意に決定するのではなく、サブフレームでは複数の候補を求め、フレーム全体で累積誤差電力を求め、これを最小化する適応コードブックと音源コードブックの組合せを求めるようにしてもよい。

【0096】次に、第2の発明の一実施例を説明する。

*パルス応答。

【0079】また、相互相関回路160において、数8の $\langle S_{a1}, S_{c1} \rangle$ を計算する際、演算量を低減化するために、次式のようにして計算してもよい。

【0080】

【数22】

【0081】

$$\langle S_{a1}, S_{c1} \rangle = \sum_{k=0}^{N-1} q(k) c_1(k)$$

【0082】

【数23】

【0083】

$$q(k) = \sum_{n=k}^{N-1} S_{a1}(n) h(n-k)$$

【0084】また、自己相関回路170において、数8の $\langle S_{c1}, S_{c1} \rangle$ を計算する際、演算量を低減化するために、次式のようにして近似計算してもよい。

【0085】

【数24】

【0086】

$$\langle S_{c1}, S_{c1} \rangle = \mu(0) \nu(0) + 2 \sum_{m=1}^{N-1} \mu(m) \nu(m)$$

※候補に対して音源コードブックを直交化した後に、重み付け入力信号と重み付け合成信号との誤差電力を最小化する遅れと音源コードブックの組合せを求めてもよい。

このとき、相互相関回路160において、数8の $\langle S_{a1}, S_{c1} \rangle$ を計算する際、演算量を低減化するために、次式のようにして計算してもよい。ただし、相互相関回路160に S_{a1} を入力する代わりに、適応コードブック探索回路130から、 x_a と適応コードベクトルの最適ゲイン β を入力し、相互相関回路180から、 $\langle x_a, S_{c1} \rangle$ を入力する。

【0092】

【数27】

【0093】

【0097】図3は、第2の発明による音声符号化方式の符号化器の一例を示すブロック図である。図において、入力端子400から音声信号を入力し、重み付けフィルタ405と線形予測分析回路420へ出力する。線形予測分析回路420で、線形予測分析を行い、スペクトルパラメータを、重み付けフィルタ405と影響信号減算回路415と重み付け合成フィルタ540と適応コードブック探索回路460と音源コードブック探索回路480とマルチプレクサ560へ出力する。重み付けフィルタ405では、音声信号を聴感重み付けし、サブフ

レーム分割回路410と自己相関回路430へ出力する。サブフレーム分割回路410からサブフレーム長(例えば5ms)に分割された重み付け音声信号を影響信号減算回路415へ出力し、影響信号減算回路415で前のサブフレームからの影響信号を減算し、影響信号が引かれた重み付け音声信号を適応コードブック探索回路460と減算器545へ出力する。適応コードブック450から遅れdの適応コードベクトル a_d が適応コードブック探索回路460へ出力され、適応コードブック探索回路460で、適応コードベクトルが探索される。適応コードブック探索回路460からは、選択された遅れdがマルチプレクサ560へ、選択された遅れdの適応コードベクトル a_d が乗算器522へ、選択された遅れdの適応コードベクトル a_d の重み付け合成信号 S_{a_d} が自己相関回路490と相互相関回路500へ、重み付け音声信号から、選択された遅れdの適応コードベクトル a_d の重み付け合成信号 S_{a_d} に最適ゲイン β を掛けた信号を引いた信号 x_a を音源コードブック探索回路480へ、それぞれ出力する。音源コードブック470から、インデックス1の音源コードベクトル c_1 を音源コードブック探索回路480へ出力する。音源コードブック探索回路480では、音源コードブックを探索し、選択された音源コードベクトルのインデックスをマルチプレクサ560へ、選択された音源コードベクトルを乗算器524へ、選択された音源コードベクトルの重み付け合成信号を相互相関回路500と自己相関回路510へ、出力する。このとき、適応コードベクトルに対して音源コードベクトルを直交化して、探索してもよい。自己相関回路430では、フレーム長の重み付け音声信号の自己相関を計算し、原音RMS量子化器440へ出力する。原音RMS量子化器440では、フレーム長の重み付け音声信号の自己相関から、フレーム長の重み付け音声信号のRMSを計算し、 $\mu-law$ 量子化し、インデックスをマルチプレクサ560へ、量子化された原音RMSをゲイン計算回路520へ出力する。自己相関回路490では、適応コードベクトルの重み付け合成信号の自己相関を計算し、ゲイン計算回路520へ出力する。相互相関回路500では、適応コードベクトルの重み付け合成信号と音源コードベクトルの重み付け合成信号の相互相関を計算し、ゲイン計算回路520へ出力する。自己相関回路510では、音源コードベクトルの重み付け合成信号の自己相関を計算し、ゲイン計算回路520へ出力する。ゲインコードブック530から、インデックスjのゲインコードベクトルをゲイン計算回路520へ出力し、ゲイン計算回路520では、ゲインを計算し、適応コードベクトルのゲインを乗算器522へ、音源コードベクトルのゲインを乗算器524へ、出力する。乗算器522では、適応コードベクトルに適応コードベクトルのゲインを掛け、乗算器524では、音源コードベクトルに音源コードベクトルのゲインを掛け、加

算器526で、それらを足し合わせ、重み付け合成フィルタ540へ出力し、重み付け合成フィルタ540で、重み付け合成され、減算器545へ出力される。減算器545では、サブフレーム長の音声信号から、重み付け合成フィルタからの出力信号を引き、2乗誤差計算回路550へ出力する。2乗誤差計算回路550では、2乗誤差が最小となるゲインコードベクトルが探索され、そのインデックスがマルチプレクサ560へ出力される。

【0098】ゲイン計算回路520で、ゲインを計算する際、量子化された原音RMSそのものをを用いる代わりに、前フレームの量子化された原音RMSと現フレームの量子化された原音RMSを用いて各サブフレームに補間(例えば、対数補間)した値を用いてもよい。

【0099】図4は、第2の発明による音声符号化方式を実施する復号化器の一例を示すブロック図である。図において、デマルチプレクサ570から原音RMSのインデックスを原音RMS復号化器580へ、適応コードベクトルの遅れは適応コードブック590へ、音源コードベクトルのインデックスは音源コードブック600へ、ゲインコードベクトルのインデックスはゲインコードブック610へ、スペクトルパラメータは、重み付け合成フィルタ620と重み付け合成フィルタ630と合成フィルタ710へ出力される。原音RMS復号化器580からは、原音RMSがゲイン計算回路670へ出力される。適応コードブック590からは、適応コードベクトルが重み付け合成フィルタ620と乗算器680へ出力され、音源コードブック600からは、音源コードベクトルが重み付け合成フィルタ630と乗算器690へ出力され、ゲインコードブック610からは、ゲインコードベクトルがゲイン計算回路670へ出力される。重み付け合成フィルタ620からは適応コードベクトルの重み付け合成信号が自己相関回路640と相互相関回路650へ出力され、重み付け合成フィルタ630からは音源コードベクトルの重み付け合成信号が自己相関回路660と相互相関回路650へ出力される。自己相関回路640では、適応コードベクトルの重み付け合成信号の自己相関が計算され、ゲイン計算回路670へ出力される。相互相関回路650では、適応コードベクトルの重み付け合成信号と音源コードベクトルの重み付け合成信号の相互相関が計算され、ゲイン計算回路670へ出力される。自己相関回路660では、音源コードベクトルの重み付け合成信号の自己相関が計算され、ゲイン計算回路670へ出力される。ゲイン計算回路670では、作用で述べた数16～数19により適応コードベクトルのゲインと音源コードベクトルのゲインを計算し、適応コードベクトルのゲインを乗算器680へ、音源コードベクトルのゲインを乗算器690へ、出力する。乗算器680では、適応コードベクトルに適応コードベクトルのゲインを掛け、乗算器690では、音源コードベクトルに音源コードベクトルのゲインを掛け、それらを

13

加算器700で加算し、合成フィルタ710へ出力し、合成フィルタ710では、その信号を合成し、出力端子720へ出力する。

【0100】ゲイン計算回路670で、ゲインを計算する際、量子化された原音RMSそのものを用いる代わりに、前フレームの量子化された原音RMSと現フレームの量子化された原音RMSを用いて各サブフレームに補間（例えば、対数補間）した値を用いてもよい。

【0101】図5は、ゲイン計算回路670の一例を示すブロック図である。図において、入力端子730から量子化された原音RMS（XRMSと書く）を入力し、除算器850と除算器870へ出力する。入力端子740から適応コードベクトルの重み付け合成信号の自己相関〈Sa, Sa〉を入力し、乗算器790と除算器800へ出力する。入力端子750から適応コードベクトルの重み付け合成信号と音源コードベクトルの重み付け合成信号との相互相関〈Sa, Sc〉を入力し、除算器800と乗算器810へ出力する。入力端子760から音源コードベクトルの重み付け合成信号との自己相関〈Sc, Sc〉を入力し、減算器820へ出力する。入力端子770からゲインコードベクトルの第1成分G₁を入力し乗算器890へ出力する。入力端子780からゲインコードベクトルの第2成分G₂を入力し乗算器880へ出力する。乗算器790では、〈Sa, Sa〉に1/Nを掛け、ルート計算回路840へ出力し、ルート計算回路840では、〈Sa, Sa〉/Nのルートを計算し、除算器850へ出力する。ここでNはサブフレーム長（例えば40サンプル）である。除算器850では、XRMSを（〈Sa, Sa〉/N）^{1/2}で割り、商を乗算器890へ出力し、乗算器890でXRMS/（〈Sa, Sa〉/N）^{1/2}とゲインコードベクトルの第1成分G₁を掛け、減算器900へ出力する。除算器800では〈Sa, Sc〉を〈Sa, Sa〉で割り、商を乗算器810と乗算器910へ出力する。乗算器810では、〈Sa, Sc〉/〈Sa, Sa〉と〈Sa, Sc〉とを掛け、減算器820へ出力する。減算器820で、〈Sc, Sc〉から〈Sa, Sc〉²/〈Sa, Sa〉を減算し、乗算器830へ出力し、乗算器830で1/Nを掛け、ルート計算回路860へ出力し、ルート計算回路860でルートを計算し、除算器870へ出力する。除算器870でXRMSを{（〈Sc, Sc〉 - 〈Sa, Sc〉²/〈Sa, Sa〉）/N}^{1/2}で割り、商を乗算器880へ出力し、乗算器880でゲインコードベクトルの第2成分G₂を掛け、乗算器910と出力端子930へ出力する。乗算器910で、G₂・XRMS/（{（〈Sc, Sc〉 - 〈Sa, Sc〉²/〈Sa, Sa〉）/N}^{1/2}と〈Sa, Sc〉/〈Sa, Sa〉を掛け、減算器900へ出力し、減算器900でG₁・XRMS/（〈Sa, Sa〉/N）^{1/2}から減算し、出力端子920へ出力する。

14

【0102】以上で実施例の説明を終える。

【0103】ゲインコードブックは、必ずしも2次元コードブックであるとは、限らない。例えば、適応コードブックのゲインを量子化するための1次元コードブックと音源コードブックのゲインを量子化するための1次元コードブックをゲインコードブックとして用いてもよい。

【0104】音源コードブックは、前記文献3のように乱数信号から構成しても良いし、トレーニング信号を用いて予め学習して構成してもよい。

【0105】

【発明の効果】以上で述べたように、第1の発明の特徴は、適応コードベクトルと音源コードベクトルのゲインとして最適ゲインを用いて音源コードブックを探索していく際に、数16を直接計算するのではなく、すべて相関演算による数17を用いることにある。

【0106】今、サブフレーム長をN、音源コードブックサイズをBビットとすると、前記数7においては、Sa_aに〈Sa_a, Sc_i〉/〈Sa_a, Sa_a〉を掛けるため、N・2³回乗算が必要であったが、前記数8においては、〈Sa_a, Sc_i〉²/〈Sa_a, Sa_a〉を計算するためのN回の乗算で済むため、N（2³-1）回の乗算の低減化ができ、しかも、得られる音質は変わらないという大きな効果を併せ持つ。

【0107】また、第2の発明の特徴は、正規化されたゲインをゲインコードブックとして用いることにある。正規化によりゲインの分散は減るため、正規化されたゲインをコードベクトルにもつゲインコードブックは良い量子化特性を持ち、その結果、高品質な符号化音声を得られるという大きな効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明による音声符号化方式を実施する符号化器の一例を示すブロック図である。

【図2】第1の発明による音声符号化方式を実施する復号化器の一例を示すブロック図である。

【図3】第2の発明による音声符号化方式を実施する復号化器の一例を示すブロック図である。

【図4】第2の発明による音声符号化方式を実施する符号化器の一例を示すブロック図である。

【図5】図4のゲイン計算回路の一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 100 入力端子
- 110 線形予測器
- 120 適応コードブック
- 130 適応コードブック探索回路
- 140 音源コードブック
- 150 重み付け合成フィルタ
- 160 相互相関回路
- 170 自己相関回路

180 相互相関回路
 190 直交化自己相関回路
 200 (相互)・/(自己) 最大値探索回路
 210 ゲインコードブック
 220 ゲインコードブック探索回路
 230 マルチプレクサ
 240 デマルチプレクサ
 250 適応コードブック
 260 音源コードブック
 270 ゲインコードブック
 280 乗算器
 290 乗算器
 300 加算器
 310 合成フィルタ
 320 出力端子
 400 入力端子
 410 サブフレーム分割回路
 420 線形予測分析回路
 430 自己相関回路
 440 原音RMS量子化器
 450 適応コードブック
 460 適応コードブック探索回路
 470 音源コードブック
 480 音源コードブック探索回路
 490 自己相関回路
 500 相互相関回路
 510 自己相関回路
 520 ゲイン計算回路
 522 乗算器
 524 乗算器
 526 加算器
 530 ゲインコードブック
 540 重み付け合成フィルタ
 546 減算器
 550 2乗誤差計算回路
 560 マルチプレクサ
 570 デマルチプレクサ

580 原音RMS復号化器
 590 適応コードブック
 600 音源コードブック
 610 ゲインコードブック
 620 重み付け合成フィルタ
 630 重み付け合成フィルタ
 640 自己相関回路
 650 相互相関回路
 660 自己相関回路
 10 670 ゲイン計算回路
 680 乗算器
 690 乗算器
 700 加算器
 710 合成フィルタ
 720 出力端子
 730 入力端子
 740 入力端子
 750 入力端子
 760 入力端子
 20 770 入力端子
 780 入力端子
 790 乗算器
 800 除算器
 810 乗算器
 820 減算器
 830 乗算器
 840 ルート計算回路
 850 除算器
 860 ルート計算回路
 30 870 除算器
 880 乗算器
 890 乗算器
 900 減算器
 910 乗算器
 920 出力端子
 930 出力端子

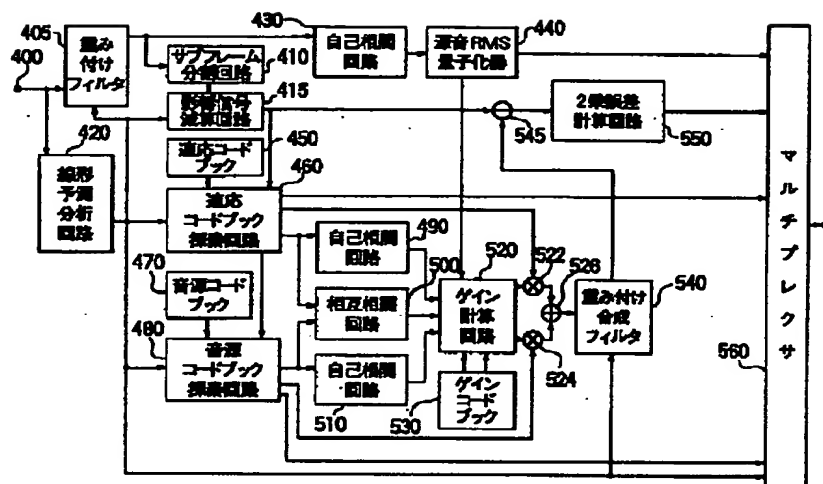
Figure 1 is a block diagram of a signal processing system. The system includes the following components and connections:

- Input 100** feeds into **110 線形予測器** (Linear Predictor) and **120 適応コードブック** (Adaptive Codebook).
- 110** outputs to **130 適応コードブック検索回路** (Adaptive Codebook Search Circuit).
- 120** outputs to **130** and **150 重み付け合成フィルタ** (Weighting Synthesis Filter).
- 130** outputs to **160 相互相関回路** (Cross-correlation Circuit) and **170 自己相関回路** (Self-correlation Circuit).
- 140 音源コードブック** (Source Codebook) outputs to **150**.
- 150** outputs to **160** and **170**.
- 160** outputs to **170** and **180 相互相関回路** (Cross-correlation Circuit).
- 170** outputs to **180** and **190 直変換自己相関回路** (Direct Conversion Self-correlation Circuit).
- 180** outputs to **190** and **200 (相互)²/自己最大値検索回路** ((Mutual)²/Self Maximum Value Search Circuit).
- 190** outputs to **200** and **210 ゲインコードブック** (Gain Codebook).
- 200** outputs to **210** and **220 ゲインコードブック検索回路** (Gain Codebook Search Circuit).
- 210** outputs to **220** and **230 マルチプレクサ** (Multiplexer).
- 220** outputs to **230**.
- 230** outputs to **100**.

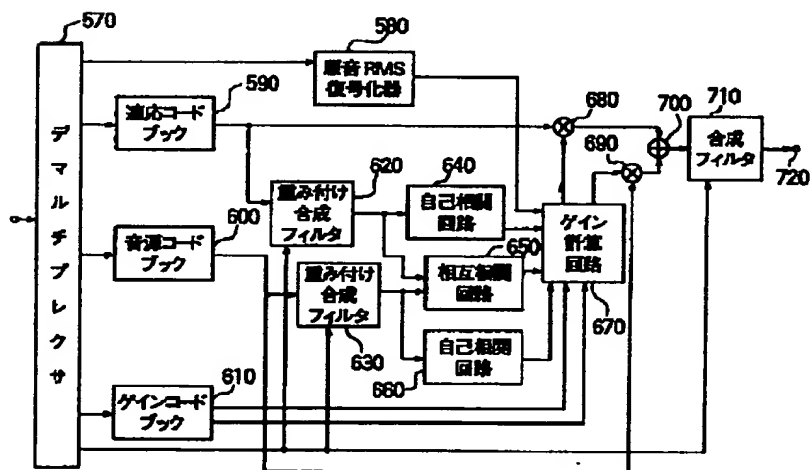
Control signals and data paths are labeled as follows:

- ad**: Signal from **130** to **120** and **210**.
- Sci**: Signal from **170** to **150** and **180**.
- xa**: Signal from **180** to **200**.
- ci**: Signal from **200** to **100**.
- j**: Signal from **220** to **230**.

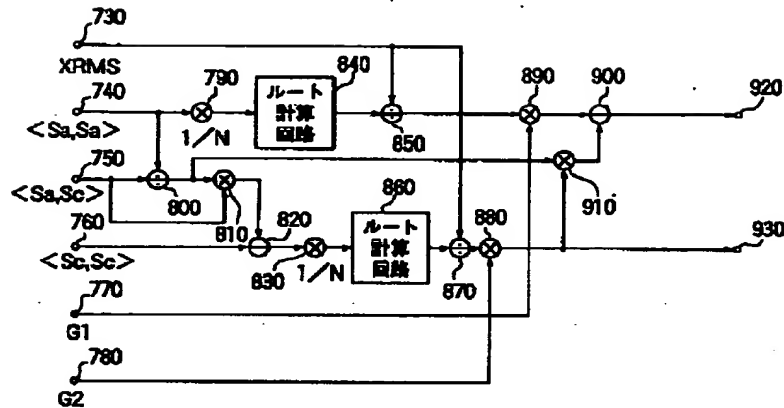
【図3】



【図4】



【図5】



【手続補正書】

【提出日】平成4年5月14日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】

$$\beta = \langle xw', s_{ad} \rangle / \langle s_{ad}, s_{ad} \rangle$$

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】

$$\gamma = \langle x_a, s_{ci}' \rangle / \langle s_{ci}', s_{ci}' \rangle$$

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正内容】

【0044】

$$\beta = \langle xw', s_{ad} \rangle / \langle s_{ad}, s_{ad} \rangle$$

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正内容】

【0050】

$$\gamma = \langle x_a, s_{ci} \rangle / \langle s_{ci}, s_{ci} \rangle$$